

NIVA



RAPPORT LNR 4371-2001

# **Tiltaksplan for opp- rydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden**

Kartlegging av konsentrasjoner i  
sedimentet i 2001 samt kart-  
fremstilling av resultater fra  
tidligere undersøkelser

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

<b>Tittel</b> Tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden. Kartlegging av konsentrasjoner i sedimentet i 2001 samt kartfremstilling av resultater fra tidligere undersøkelser.	<b>Løpenr. (for bestilling)</b> 4371-2001	<b>Dato</b> 07.05.2001
	<b>Prosjektnr. Undernr.</b> O-21077	<b>Sider Pris</b> 43
<b>Forfatter(e)</b> Kristoffer Næs Brage Rygg	<b>Fagområde</b> Miljøgifter i sjøvann	<b>Distribusjon</b>
	<b>Geografisk område</b> Vest-Agder	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernnavdelingen	<b>Oppdragsreferanse</b>
--	--------------------------

**Sammendrag**

I forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden, ble det utført supplerende sedimentundersøkelser med hovedvekt på Vesterhavn/Fiskåbuktområdet. Prøvene ble analysert for innhold av nikkel, heksaklorbenzen, PCB og PAH. I tillegg er tykkelsen på et forurenset lag grovt beskrevet ved å beskrive overgangen mellom et farget overflatelag og et underliggende lag av lys leire.

<b>Fire norske emneord</b> 1. Kristiansandsfjorden 2. Sedimenter 3. Miljøgifter 4. Tiltaksplan	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Kristiansand fjord 2. Sediments 3. Micropolutants 4. Remedial actions
--	---



Kristoffer Næs  
Prosjektleder



Jens Skei  
Forskningssjef

O-21077

**Tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter  
i Kristiansandsfjorden**

Kartlegging av konsentrasjoner i sedimentet i 2001 samt  
kartfremstilling av resultater fra tidligere undersøkelser

## Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Fylkesmannen i Vest-Agder v/Miljøvernavdelingen i henhold til tilbud av 9. februar 2001. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Dag-Petter Sødal og Jon-Egil Vinje.

Feltarbeidet ble utført fra "F/F Trygve Braarud" tilhørende Universitetet i Oslo med skipper Sindre Holm. Skipper og mannskap takkes for en utmerket innsats.

Alle analysene er gjennomført ved NIVAs laboratorium. Laboratoriepersonellet takkes for fin innsats.

Brage Rygg har hatt ansvar for databaseoppbyggingen for resultatene og produsert kartene. Kristoffer Næs gjennomførte feltarbeidet og har vært ansvarlig for rapporten og prosjektet som helhet. Jarle Håvardstun har vært behjelpelig med figurfremstillingene.

Grimstad, 7.mai 2001

*Kristoffer Næs*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	7
1.3 Stasjonsplassering	7
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>8</b>
<b>3. Resultater</b>	<b>13</b>
3.1 Sedimentbeskrivelse	13
3.2 Innhold av nikkel i overflatesedimentene	15
3.3 Innhold av HCB i overflatesedimentene	18
3.4 Innhold av PCB i overflatesedimentene	21
3.5 Innhold av PAH i overflatelaget	24
3.6 Innhold av PCDF/D (toksisitetsekvivalenter) i overflatelaget	27
3.7 Tykkelse av "forurenset" lag	30
<b>4. Referanser</b>	<b>38</b>
<b>5. Rådata</b>	<b>39</b>
5.1 Tørrstoff, kornfordeling, TOC, PCB og HCB	39
5.2 PAH	41

---

## **Sammendrag**

I forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter i Kristiansandsfjorden, ble det utført supplerende sedimentundersøkelser med hovedvekt på Vesterhavn/Fiskåbuktområdet. Prøvene ble analysert for innhold av nikkel, heksaklorbenzen, PCB og PAH. I tillegg er tykkelsen på et forurenset lag grovt beregnet ved å beskrive overgangen mellom et farget overflatelag og et underliggende lag av lys leire.

Resultatene fra undersøkelsen er presentert både knyttet til den enkelte stasjon og som trukne isolinjer presentert i henhold til SFTs klassifisering av miljøtilstand. Resultatene viser høye konsentrasjoner og sterke gradienter. Tykkelsen på det forurensede laget varierer fra mer enn 2 meter i Hannevikbukta til nærmest null i områder med sterk sedimenterosjon.

Resultatene fra denne undersøkelsen, sammen med resultater fra tidligere sedimentundersøkelser i området, er inkludert i en ArcView-database. Den digitale databasen er hovedrapporteringen fra prosjektet.

## Summary

Title: Sediment monitoring in the Kristiansand fjord.

Year: 2001.

Author: K. Næs and B. Rygg

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4009-8

As part of a plan for remedial actions against contaminated sediments in the Kristiansand harbour area, sediments have been analysed for content of nickel, hexachlorobenzene, PAHs and PCBs. The distribution of concentrations are classified according to the national sediment quality criteria. Data from this project along with data from previous sediment programmes are included in an ArcView database.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Kristiansandsfjorden har vært belastet med tilførsler av både tungmetaller, PAH og klororganiske forbindelser og flere undersøkelser har vist at sedimentene i indre deler er tildels sterkt forurensset av disse forbindelsene. Etter at det er gjennomført betydelige reduksjoner i direktetilførslene, er det sannsynlig at sedimentene kan spille en viktig rolle i å opprettholde forhøyede nivåer i organismer. Det arbeides nå med en tiltaksplan for opprydding i de forurensede sedimentene. I den sammenheng har man funnet det nødvendig å supplere eksisterende informasjon om utvalgte miljøgifter ( $\Sigma\text{PCB}_7$ , PAH, HCB og Ni).

## 1.2 Formål

Formålet for denne undersøkelsen er derfor:

- Å gi et helhetlig bilde av fordelingen av forurensning i sedimentene, fortrinnsvis i områder grunnere enn 30 m hvor tiltak er gjennomførbare.
- Å anslå mektigheten av det forurensede laget for å kunne beregne volumer som eventuelt berøres av tiltak.

## 1.3 Stasjonsplassering

Prinsippene som er fulgt for stasjonsplassering har vært følgende:

- Supplere eksisterende prøvetakingspunkter for å gi en bedre geografisk dekning. Dataomfanget for de prioriterte miljøgiftene er imidlertid forskjellig. Det er eksempelvis færre stasjoner som er analysert for PCB enn for HCB. Det er valgt å ta utgangspunkt i de eksisterende prøvetakingspunktene for HCB. Grunnen er at fordelingen av dioksin i stor grad følger fordelingen av HCB. Dioksin er, sammen med non-orto PCB, styrende for de kostholdsråd og restriksjoner på omsetning som gjelder for Kristiansandsfjorden. Nye stasjoner er lagt slik at trekking av isolinjer skal muliggjøres.
- Prioritering av områder som ligger slik til med hensyn til vanndyp og skipstrafikk at de kan virvles opp og forårsake spredning av miljøgifter til andre områder.
- Resultatene fra analysene skal kunne anvendes til å belyse konsekvenser av oppvirvling av forurensede sedimenter på grunn av skipstrafikk



## 2. Materiale og metoder

Feltarbeidet ble gjennomført 13.-15. mars 2001 fra "F/F Trygve Braarud" tilhørende Universitetet i Oslo. Tre typer redskap ble anvendt for innsamling av sedimentprøvene. Der hvor sedimentene var finkornige og bløte, ble en "Gemini" kjerneprøvetaker anvendt. Denne har to rør hver på 70 cm og med indre diameter 10 cm. På utvalgte stasjoner i Hannevikbukta ble i tillegg en kjerneprøvetagersom kan ta 4 meter lange kjerner brukt. I store deler av selve havneområdet i Kristiansand, særlig innenfor en linje mellom Falconbridge Nikkelverk as og Lagmannsholmen, består sedimentene i overveiende grad av sand og grus. En 0,1 m<sup>2</sup> Van Veen-grabb ble anvendt på stasjoner med denne sedimenttypen.

**Tabell 1** gir posisjoner og vanddyp for de forskjellige stasjonene.

**Tabell 1.** Posisjoner og vanddyp for sedimentprøvetakingen.

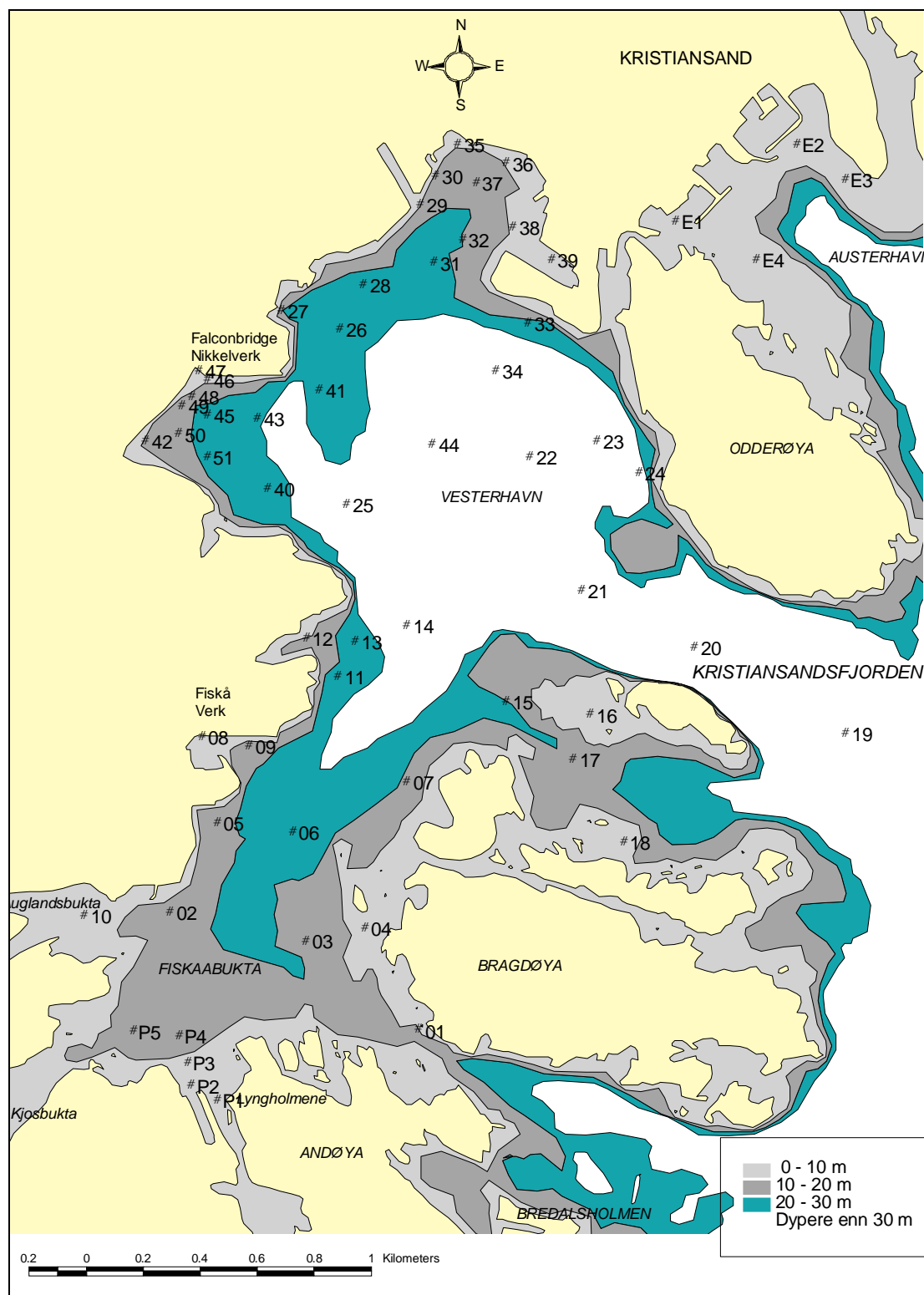
Stasjon	Bredde	Lengde	Vanddyp	Kommentar
1	58 7.016N	7 59.164E	14	
2	58 7.237N	7 58.272E	15	
3	58 7.184N	7 58.757E	17,5	
4	58 7.209N	7 58.968E	8	
5	58 7.405N	7 58.444E	18	
6	58 7.388N	7 58.712E	27	
7	58 7.481N	7 59.118E	15,5	
8	58 7.568N	7 58.387E	8,3	
9	58 7.551N	7 58.553E	15,5	
10	58 7.231N	7 57.968E	3	
11	58 7.682N	7 58.873E	26,8	
12	58 7.756N	7 58.762E	15,5	
13	58 7.749N	7 58.932E	26	
14	58 7.780N	7 59.120E	37	
15	58 7.634N	7 59.475E	21	
16	58 7.607N	7 59.775E	6	
17	58 7.528N	7 59.715E	19	
18	58 7.370N	7 59.894E	6	
19	58 7.574N	8 0.685E	137	
20	58 7.733N	8 0.147E	77	
21	58 7.842N	7 59.743E	62,5	
22	58 8.096N	7 59.560E	49	
23	58 8.128N	7 59.800E	43,2	
24	58 8.067N	7 59.950E	34	
25	58 8.003N	7 58.901E	36,5	
Ø-1	58 8.537N	8 0.078E	4	
Ø-2	58 8.682N	8 0.512E	5,5	
Ø-3	58 8.616N	8 0.683E	5,6	
Ø-4	58 8.467N	8 0.368E	5,8	
26	58 8.335N	7 58.880E	29,6	
27	58 8.370N	7 58.670E	16,2	
28	58 8.417N	7 58.966E	23	140m fra fylling
29	58 8.567N	7 59.170E	17	60m fra kai
30	58 8.624N	7 59.219E	13	40m fra kai
31	58 8.461N	7 59.215E	27	

Stasjon	Bredde	Lengde	Vanndyp	Kommentar
32	58 8.501N	7 59.318E	20	115m fra kai
33	58 8.349N	7 59.550E	26,5	120m fra kai
34	58 8.255N	7 59.435E	40,5	
35	58 8.684N	7 59.300E	11	
36	58 8.645N	7 59.476E	13,5	
37	58 8.611N	7 59.367E	19,5	
38	58 8.525N	7 59.495E	11,5	
39	58 8.466N	7 59.635E	10	
40	58 8.036N	7 58.624E	27,5	
41	58 8.223N	7 58.808E	30	
43	58 8.168N	7 58.587E	29,5	
44	58 8.122N	7 59.209E	41,5	
42	58 8.130N	7 58.153E	10,3	
45	58 8.172N	7 58.405E	22	
46	58 8.237N	7 58.406E	11,5	ingen prøver til analyse
47	58 8.255N	7 58.377E	17,2	ingen prøver til analyse
48	58 8.207N	7 58.350E	17,7	ingen prøver til analyse
49	58 8.193N	7 58.315E	16	ingen prøver til analyse
50	58 8.140N	7 58.306E	18,2	ingen prøver til analyse
51	58 8.098N	7 58.407E	20,8	ingen prøver til analyse

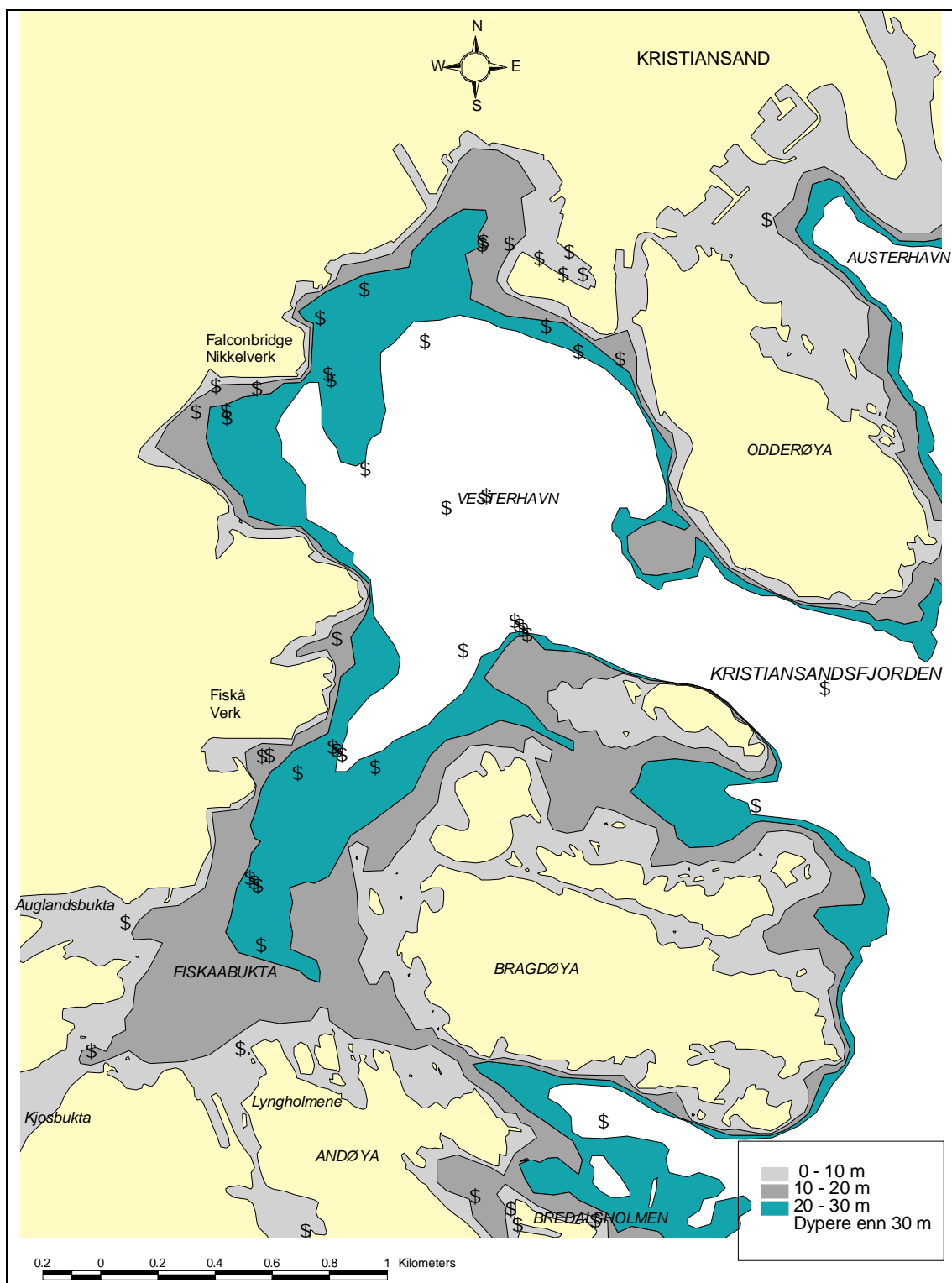
I desember 2000 ble det foretatt en sedimentundersøkelse på fem stasjoner i området ved Maritime Promeco as i den sydelige delen av Fiskåbukta (Næs 2001). Resultatene fra denne undersøkelsen er inkludert i datagrunnlaget og posisjonene er gitt i **Tabell 2**. Plassering av stasjoner i denne og tidligere undersøkelser er vist i **Figur 1** og **Figur 2**.

**Tabell 2.** Posisjoner og vanndyp for stasjoner prøvetatt i forbindelse med sedimentundersøkelser i området ved Maritime Promeco as (Næs 2001).

Stasjon	Bredde	Lengde	Vanndyp, m
1	58 06,863	7 58,335	4,5
2	58 06,823	7 28,330	8,0
3	58 06,930	7 58,243	8,5
4	58 06,990	7 58,206	11
5	58 06,995	7 58,077	11,5



**Figur 1.** Kart over stasjonsplasseringer for denne undersøkelsen samt fem stasjoner prøvetatt i desember 2000 (Næs 2001).



**Figur 2.** Kart over stasjonsplasseringer ved tidligere sedimentprøvetaking for HCB i Kristiansandsfjorden.

Det øverste 2 cm tykke laget av sedimentet ble snittet av for analyse. På utvalgte stasjoner ble ytterligere snitt, dypere ned i sedimentsøylen, analysert. Analysevariablene omfattet kornfordeling (vektprosent partikler finere enn 63 µm), totalt organisk karbon (TOC), nikkel (Ni), heksaklorbenzen (HCB), polyklorerte bifenyler (PCB, syv enkeltforbindelser med no. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, enkeltforbindelsene naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antrasen, fluoranten, pyren, benzo(a)antrasen, krysen/trifenylen, benzo(b+j+k)fluoranten, benzo(a)pyren, indeno(1,2,3cd)pyren, dibenz(ac/ah)antrasen, benzo(ghi)perylene). I resultatpresentasjonen vil PCB<sub>7</sub> betegne summen av de syv enkelt PCBene, mens PAH<sub>16</sub> representerer summen av PAH-forbindelsene gitt i rådata minus naftalen (disyklisk forbindelse)(benzo(j)fluoranten inkludert i (benzo(k)fluoranten).

Andel finstoff ble bestemt ved våtsikting og TOC ved hjelp av en CHN-elementanalysator etter at karbonater var fjernet i syredamp.

Ekstraksjon av PCB og PAH i sedimentene ble gjort ved en teknikk kalt "Accelerated Solvent Extraction". Metoden baserer seg på ekstraksjon av vått sediment med en blanding av organiske løsningsmidler (diklormetan:cyklohexan i forhold 1:1) under høyt trykk og temperatur. Prøveekstraktene renses med bl.a. gel permeasjonskromatografi før analyse. De klororganiske komponentene bestemmes med GC/ECD mens PAHene ble analysert ved hjelp av GC/MSD.

### 3. Resultater

#### 3.1 Sedimentbeskrivelse

Det ble samlet sedimentprøver fra 45 stasjoner i Vesterhavn/Fiskåbukt-området samt fire stasjoner i Østerhavn. Dypet som prøvene ble tatt på spanner fra 3 til 137 m. Imidlertid, prøvetaking fra relativt grunne områder ble vektlagt slik at kun tre stasjoner i området mellom Odderøya og Bragdøya, var fra dyp større enn 60 m. Gjennomsnittsdypen for stasjonene var 25 m.

Sedimentets beskaffenhet varierte fra bløte, finkornige sedimenter i Fiskåbukta og Hannevikbukta til sand og grus på stasjonene nordfor en linje mellom Falconbridge Nikkelverk as og Lagmannsholmen. Oversikt over sedimentets beskaffenhet er gitt i **Tabell 3**. I tabellen er det også angitt tykkelsen på det forurensede laget. Det understrekes at dette er gjort ut fra visuelle betraktninger og ikke på grunnlag av kjemiske analyser. Det representerer derfor kanskje heller tykkelsen på et påvirket lag. Der hvor det var mulig å anvende kjerneprøvetaker og det samtidig var et klart skille i sedimenttypen i kjernen, er anslaget relativt presist. Der hvor grabb var nødvendig å bruke blir anslaget mindre eksakt. Den minste tykkelsen er satt til 1 cm. Dette er valgt til å representere forholdene i et sandig sediment med noe innblanding av finstoff.

**Tabell 3.** Sedimentbeskrivelse. Det understrekes at tykkelsen på påvirket lag er anslått ut fra visuelle vurderinger.

Stasjon	Vanndyp, m	Kjernelengde i cm, event. grabb med fyllingsgrad	Påvirket lag, cm	Beskrivelse
1	15	Gabb:0.5	5	Sandig sediment med mye skjellsand. Enkelte stein. Mørk grå under overflaten. Like i hele grabben.
2	15	33	30	Brun/sort slam. H <sub>2</sub> S. Dypeste 5 cm mørke grått.
3	16	15	10	Brun-sort slam de øverste 10 cm, deretter lys leire.
4	8	45	35	Brun-sort slam, H <sub>2</sub> S. Fiber og trefliser. Dypeste 10 cm lys, grå leire.
5	18	25	20	Brun-sort slam med noe fiber. Dypeste 5 cm lys leire.
6	27	25	20	Øverste 5 cm brunt slam, deretter 15 cm sort slam. Dypeste 5 cm lys sandblandet leire.
7	16	15	12	Øverste 2 cm brunt slam, deretter 10 cm sort slam. Nederste 3 cm lys sandblandet leire.
8	8	17	20	Brun-grått sandig silt. Tettpakket, ingen klar overgang til leire.
9	16	20	20	Mørke-grått sandig silt. Lys leire i de siste millimeterne.
10	3,5	15	20	Sort, svært løst slam, H <sub>2</sub> S. Tatt med håndcorer.
11	28	15	12	Mørkegrått slam. De nederste 3 cm grå leire.
12	15	14	15	Sort slam, mørke grått de nederste 3 cm. Ligner st.11, men hele kjernen noe mørkere.
13	26	9	10	Sort slam, innslag av leire i bunn. Varerende bunn med stein og slam. Ikke tatt dypsnitt.
14	38	16	20	Gråsort slam, leire helt i bunn.
15	22	Gabb:0.5	2	Sand blandet med relativt lys leire. Flyttet fra grunnere enn 20 m pga sand og stein der.
16	6	Gabb:0.3	2	Finkornig, relativt mørk sand.
17	20	Gabb:0.5	2	Grå silt med noe stein. Ikke noe klart skille i prøven.

Tabell 3 forts.

Stasjon	Vannndyp, m	Kjernelengde i cm, event. grabb med fyllingsgrad	Påvirket lag, cm	Beskrivelse
18	6	Grabb:0.8	2	Grå silt. Ikke noe klart skille i grabben. Mye dyr.
19	138	45	2	Grå leire. Siste 5 cm blåleire.
20	77	Grabb:1	15	Mørkegrå, til dels sort sandig silt med småsteiner. Dypreste delen av grabben, nederste 5 cm noe lysere.
21	62	18	18	Mørkegrå silt. Intet klart skille.
22	49	18	25	Mørkegrå silt. Intet klart skille.
23	42	18	25	Mørkegrå silt. Intet klart skille.
24	34	18	25	Mørkegrå silt. Intet klart skille. Flyttet stasjonen S pga mulig påvirkning fra fylling og sement.
25	36	25	30	Sort silt. Okerfarget i overflaten. Intet klart skille.
Ø1	4	5	2	Grå, finkornig sand. Intet klart skille.
Ø2	6	Grabb:0.5	2	Lys sand.
Ø3	6	Grabb:0.5	2	Lys sand med fiber. Meget sterk lukt av H <sub>2</sub> S. Hvitt slimaktig materiale på overflaten: Matter med Beggiatoa Kloakkutslipp
Ø4	7	Grabb:0.5	2	Lys sand.
26	29	27	35	Sort slam. Intet skille klart skille.
27	15	Grabb:0.5	15	Sort slam, mye treflis. Intet skille
28	23	Grabb:0.2	10	Brun sand iblandet leire. Forskjøvet stasjonen til større dyp pga sand og stein grunnere.
29	17	Grabb:0.5	10	Mørkegrått sandig silt med trefliser.
30	12	Grabb:0.4	10	Mørkegrått/sort sandig silt med trefliser. H <sub>2</sub> S.
31	27	Grabb:0.4	2	Grå silt med noe småstein.
32	20	Grabb:0.4	2	Grå sandig silt med stein. Forskjøvet stasjonen til større dyp pga sand og stein grunnere.
33	27	Grabb:1	30	Grå silt i overflatelaget. Sort dypere enn 3 cm.
34	41	15	20	Grå-brunt slam. Innslag av lys leire i bunnen.
35	11	Grabb:0.5	1	Grå sand.
36	16	Grabb:0.5	1	Grå sand.
37	19	Grabb:0.5	1	Grå sand. Planlagt dypsnitt ikke mulig å ta.
38	12	Grabb:0.5	0	Rein blåleire.
39	10	Grabb:0.5	0	Rein blåleire.
40	28	17	25	Sort slam. Noen innslag av leire i bunnen.
41: 0-2 cm	30	25	20	Mørkegrått slam. Begynnende leire på 18 cm. 130 cm kjerne bekrefter dette. Lys leire fra 20 cm.
41: 15-18 cm				
42	10	Grabb:1	50	Mørkegrått slam. Intet klart skille.
43: 0-2 cm		45	130	Okerfarget slam. Observasjonene fra Gemini stemmer med NGI-corer.
43: 60-62 cm	30	180	70	70 cm okergult slam, neste 50 cm fra mørkt til lys leire, deretter fin lys leire.
44: 0-2cm	42	95	30	30 cm mørkt slam, deretter skarp overgang til lys, fin leire.
44: 20-22 cm				
45:0-2 cm			150	Sort slam blandet med oker.
45:30-32 cm				Okerfarget slam.
45: Overgang leire	22			3m lang kjerne. Overflatelaget blåst igjennom slik at leirlaget var 2,80.
46	11,5	50	200	Okerfagert slam.
47	17	50	200	Okerfagert slam.
48	17	50	150	Okerfagert slam.
49	17	40	50	Okerfagert slam, begynnende leire på 50 cm.
50	18	33	30	Sort med noe oker. Leire fra 30 cm.
51	21	18	25	Sort slam. 5 cm sandlag fra dumping 1 cm under overflaten. Mørk leire fra 20 cm.

Sedimentopplysninger for stasjoner prøvetatt i forbindelse med sedimentundersøkelsen i området ved Maritime Promeco as (Næs 2001) er gitt i **Tabell 4**

**Tabell 4.** Sedimentbeskrivelse for stasjoner prøvetatt i forbindelse med sedimentundersøkelsen i området ved Maritime Promeco as

Stasjon	Vanndyp, m	Kjerne- lengde, cm	Forurens- lag, cm	Beskrivelse
1	4,5	20	30	Sort anoksisk slam med sandpartikler i hele kjernen, bortsett fra de øveste 2-3 cm som var lys brun, trolig pga utfyllinger like ved. Lukt av hydrogensulfid
2	8,0	40	30	Øverste 32 cm grå siltig/leiraktig sediment. Lys leire dypere ned. Øverste cm kan være påvirket av masse fra utfylling like ved.
3	8,5	40	35	Øverste 35 cm grå siltig/leiraktig sediment. Lys leire dypere ned.
4	11	35	10	Øverste 7 cm grå siltig/leiraktig sediment. Lys leire dypere ned.
5	11,5	25	25	Øverste 25 cm sort mudder. Lys leire dypere ned.

I den grafiske fremstillingen av konsentrasjonsfordelingen har man ønsket å inkludere resultater fra perioden 1983 til pr. dato for å få en best mulig geografisk dekning. Det medfører imidlertid at fordelingen kan avvike noe i forhold til situasjonen i dag. Eksempelvis fremkommer bukta/havneområdet umiddelbart nord for Lagmannsholmen som noe forurensset. Området er imidlertid mudret og hadde fremkommet som uforurensset hvis kun 2001-resultatene ble benyttet. I den digitale fremstillingen som vedlegges denne rapporten (ArcView-database), kan årstall for datagrunnlaget velges. Isolinjene er trukket ved hjelp av en matematisk formel inkludert i ArcView. Det medfører at fordelingen i randsonene i kartet, der hvor det ikke eksisterer data, kan være noe tilfeldig. Isolinjene er mest pålitelige i området Vesterhavn-Fiskåbukta, der stasjonsnettet er forholdsvis tett. Utenfor en linje Odderøya-Bragdøya-Andøya er isolinjene usikre og det opptrer enkelte artefakter. Her bør det derfor refereres til kartene med enkeltstasjonenes tilstandsklassifisering.

### 3.2 Innhold av nikkel i overflatesedimentene

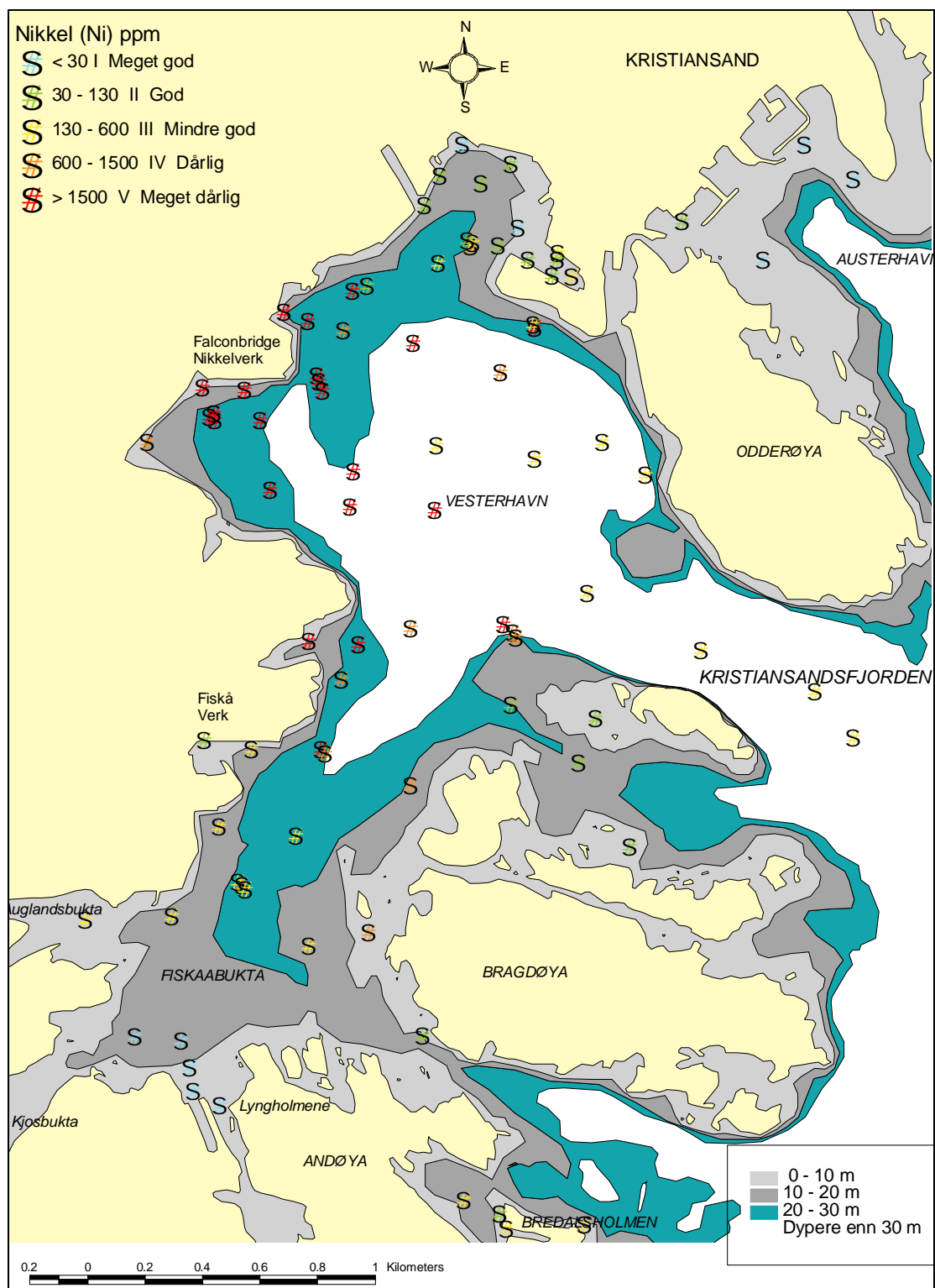
En oppsummering av resultatene fra analysene av nikkel er gitt i **Tabell 5**

**Tabell 5.** Innhold av nikkel ( $\mu\text{g/g}$ ) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vesterhavn/Fiskåbukta i 2000 (Næs 2001) og 2001 (denne undersøkelsen).

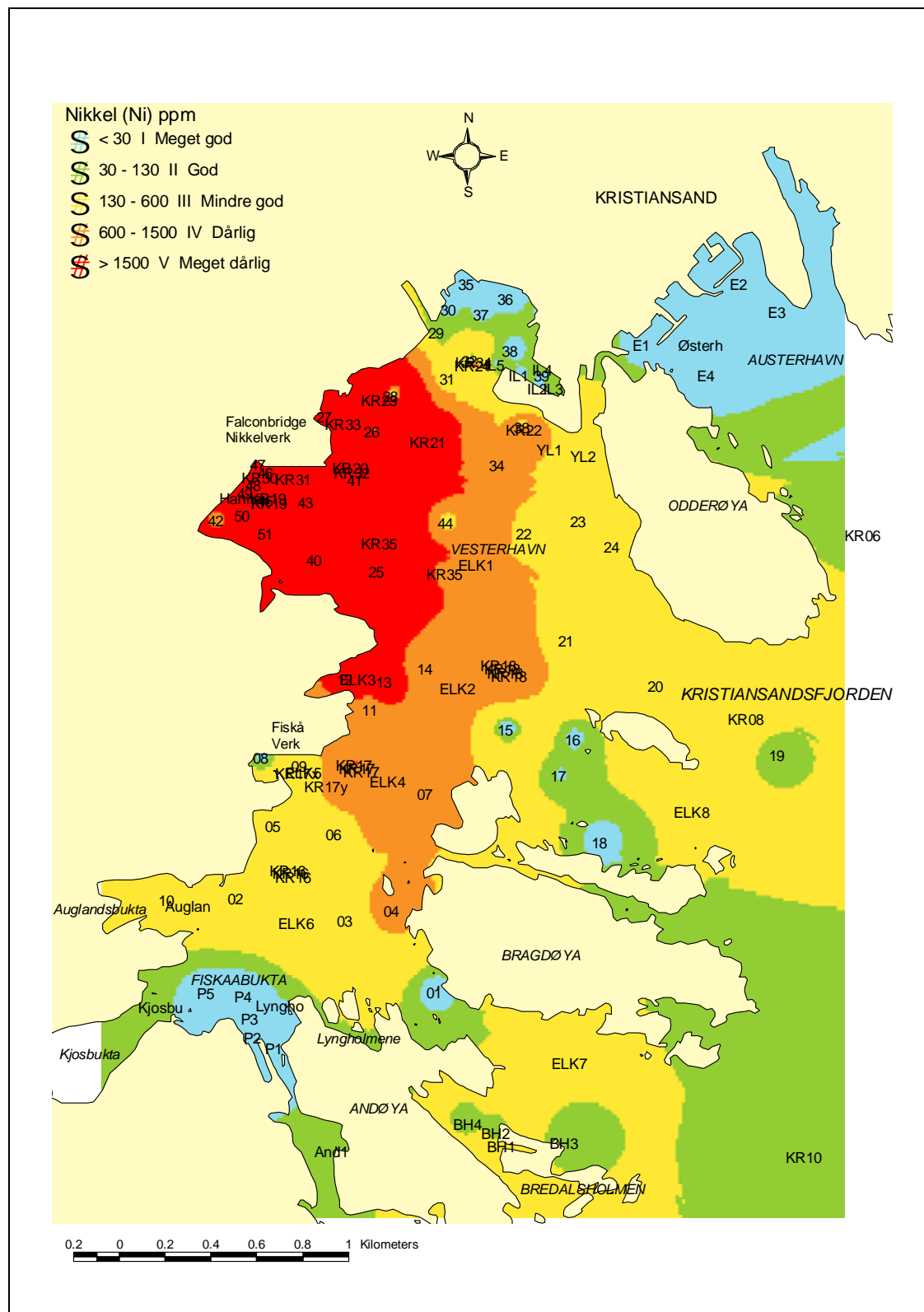
Antall	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Tilstand basert på gj. snitt
50	17	6897	726	Sterkt forurensset

Den geografiske fordelingen er presentert i **Figur 3** og **Figur 4**.





**Figur 3.** Fordeling av nikkel i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.



**Figur 4.** Kart med isolinjer over fordeling av nikkel i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.

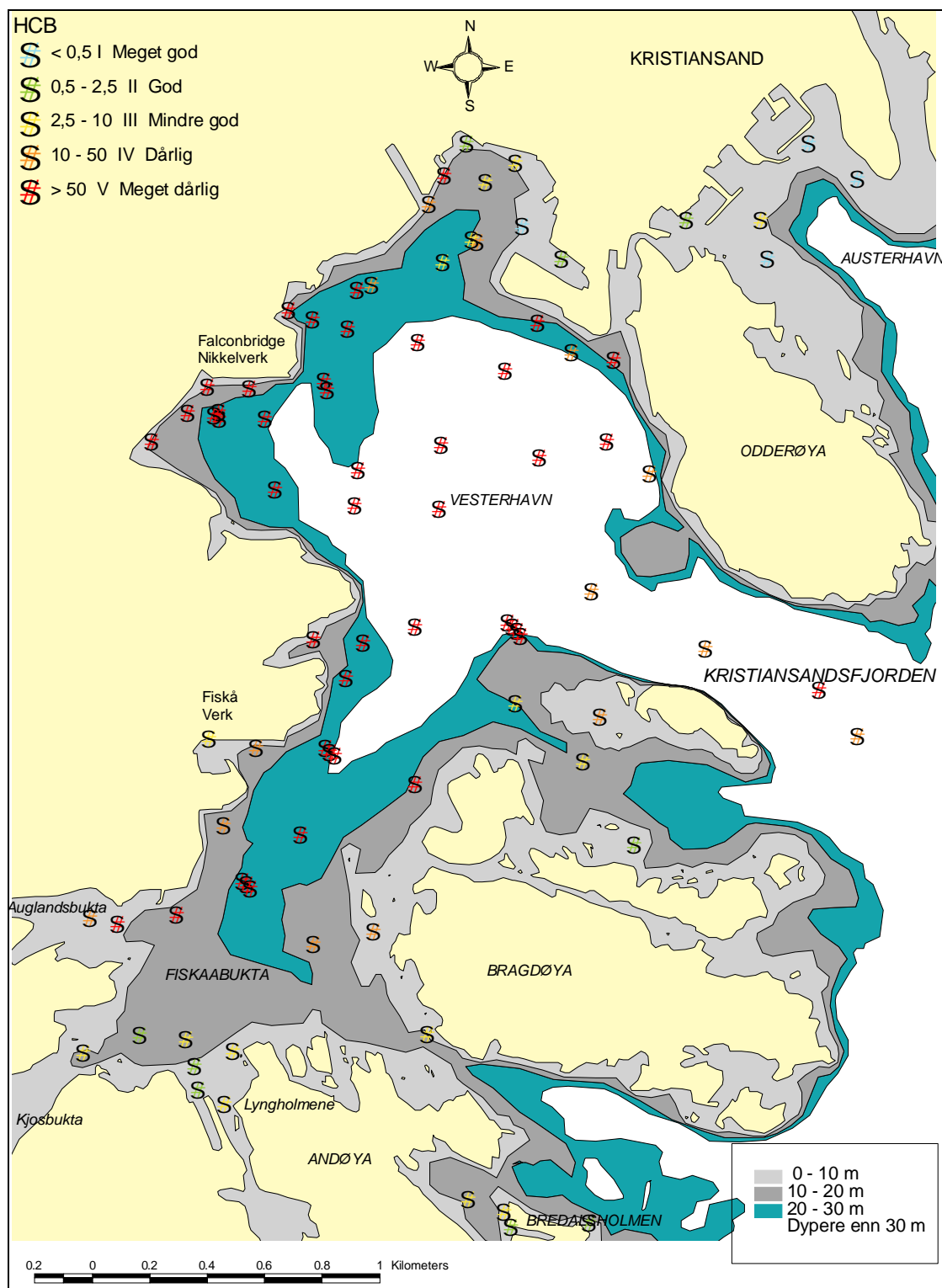
### 3.3 Innhold av HCB i overflatesedimentene

En oppsummering av resultatene fra analysene av HCB er gitt i **Tabell 6**.

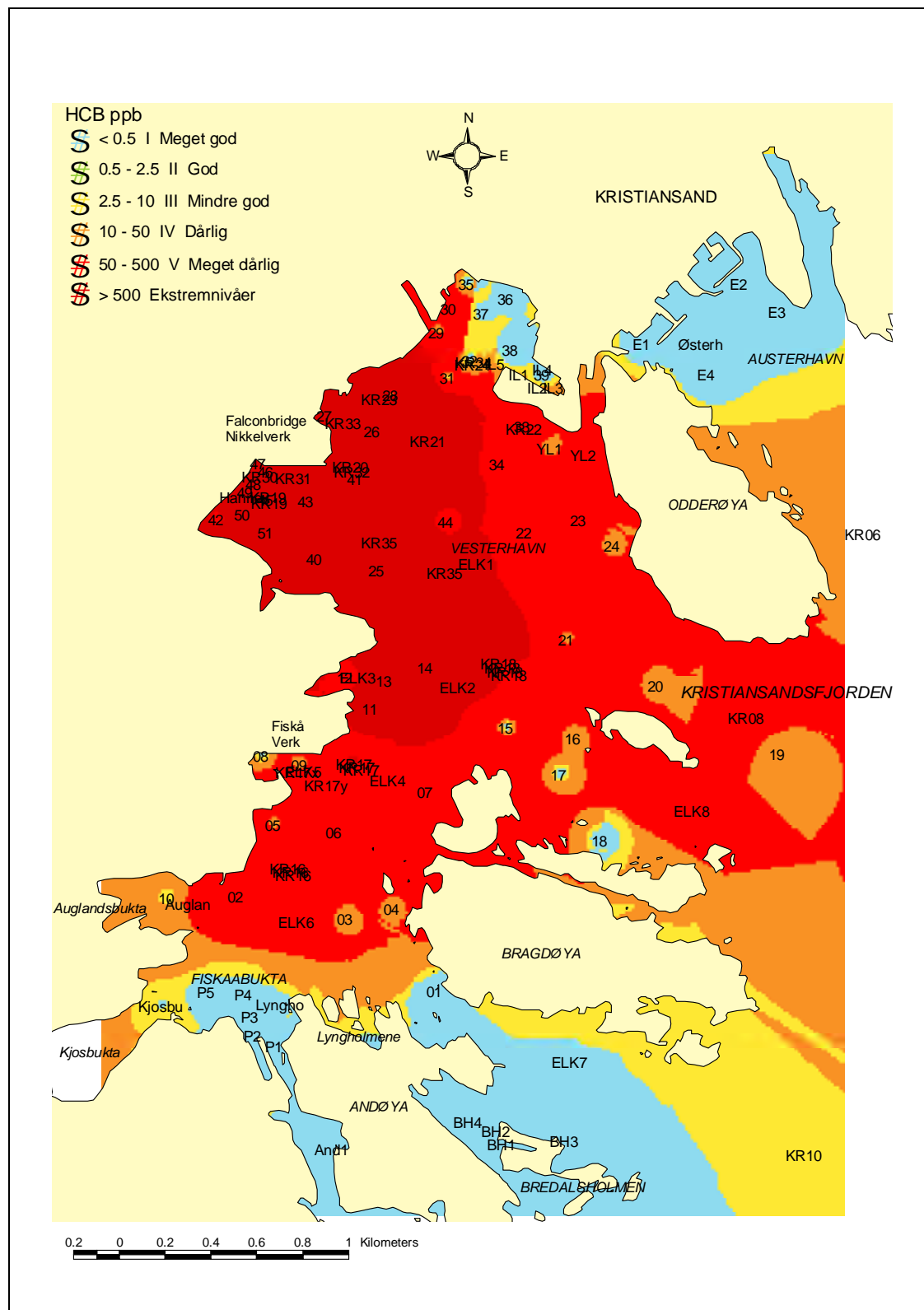
**Tabell 6.** Innhold av HCB ( $\mu\text{g/g}$ ) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vesterhavn/Fiskåbukta i 2000 (Næs 2001) og 2001 (denne undersøkelsen).

Antall	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Tilstand basert på gj.snitt
50	0,5	2700	332	Meget sterkt forurenset

Den geografiske fordelingen er presentert i **Figur 5** og **Figur 6**.



**Figur 5.** Fordeling av HCB (ppb) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.



**Figur 6.** Kart med isolinjer over HCB i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.

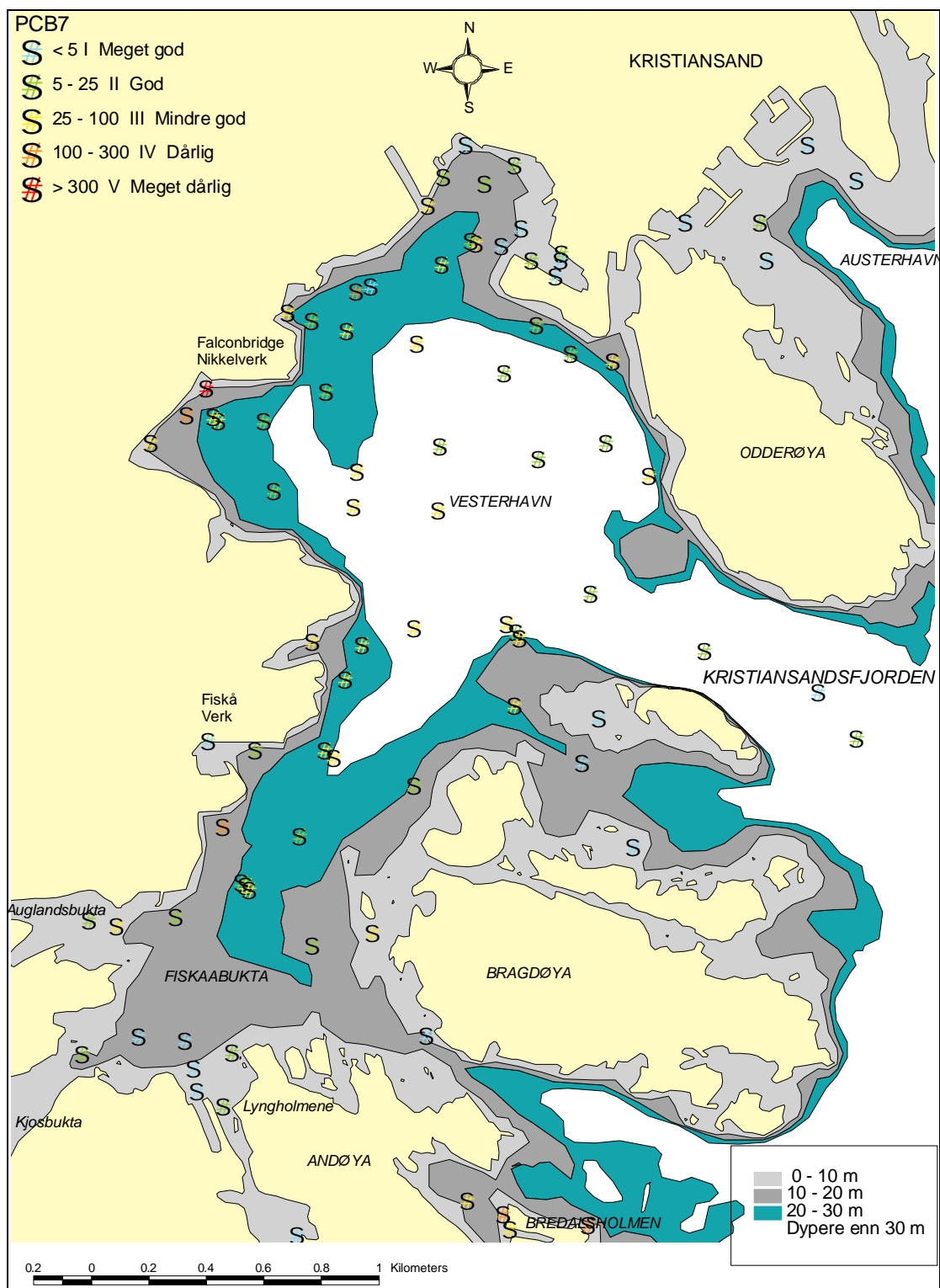
### 3.4 Innhold av PCB i overflatesedimentene

En oppsummering av resultatene fra analysene av PCB<sub>7</sub> er gitt i **Tabell 7**.

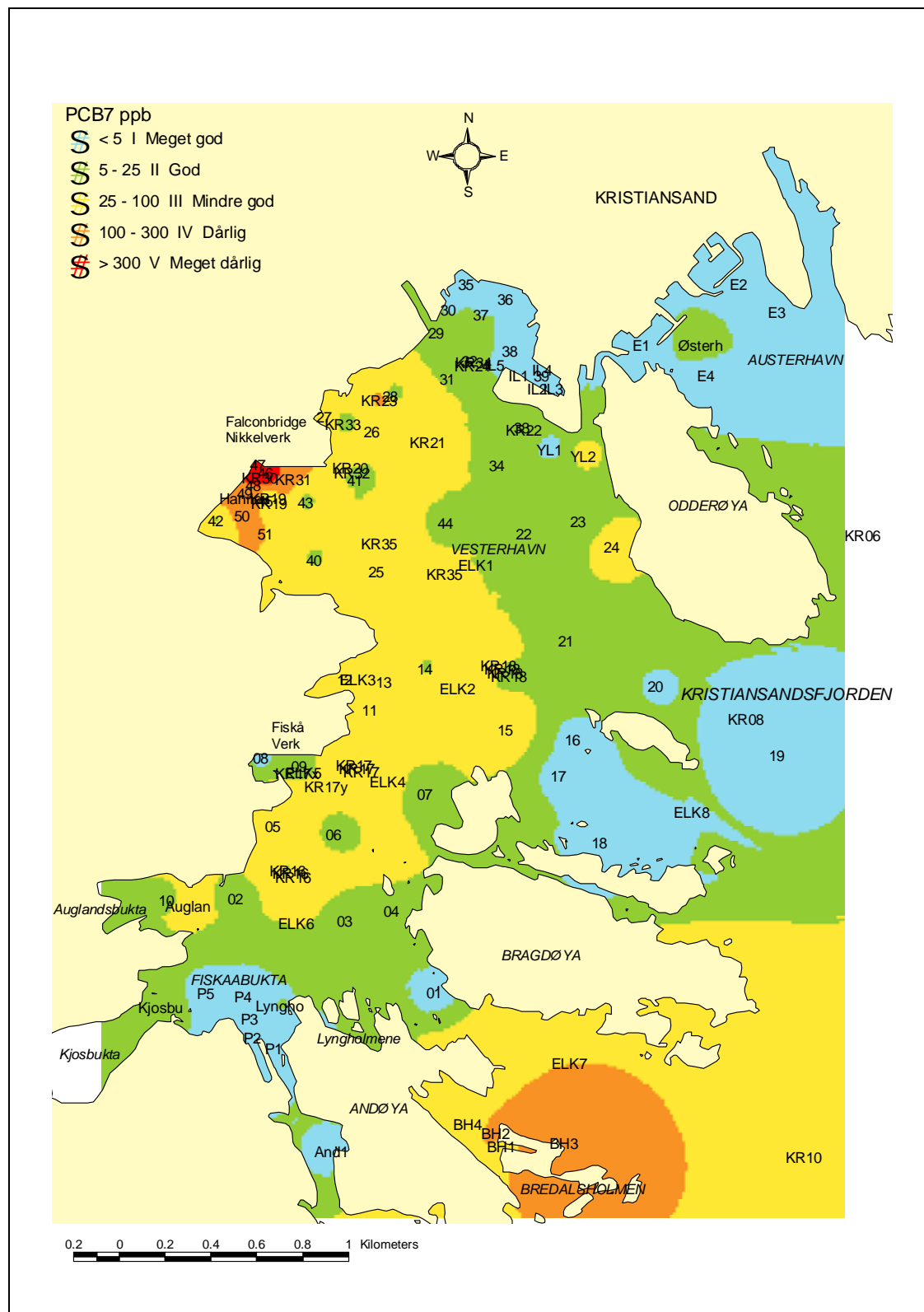
**Tabell 7.** Innhold av PCB<sub>7</sub> (µg/g) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vesterhavn/Fiskåbukta i 2000 (Næs 2001) og 2001 (denne undersøkelsen).

<b>Antall</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	<b>Gjennomsnitt</b>	<b>Tilstand basert på gj.snitt</b>
50	1,3	104	20,5	Moderat forurensset

Den geografiske fordelingen er presentert i **Figur 7** og **Figur 8**.



**Figur 7.** Fordeling av PCB<sub>7</sub> (ppb) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.





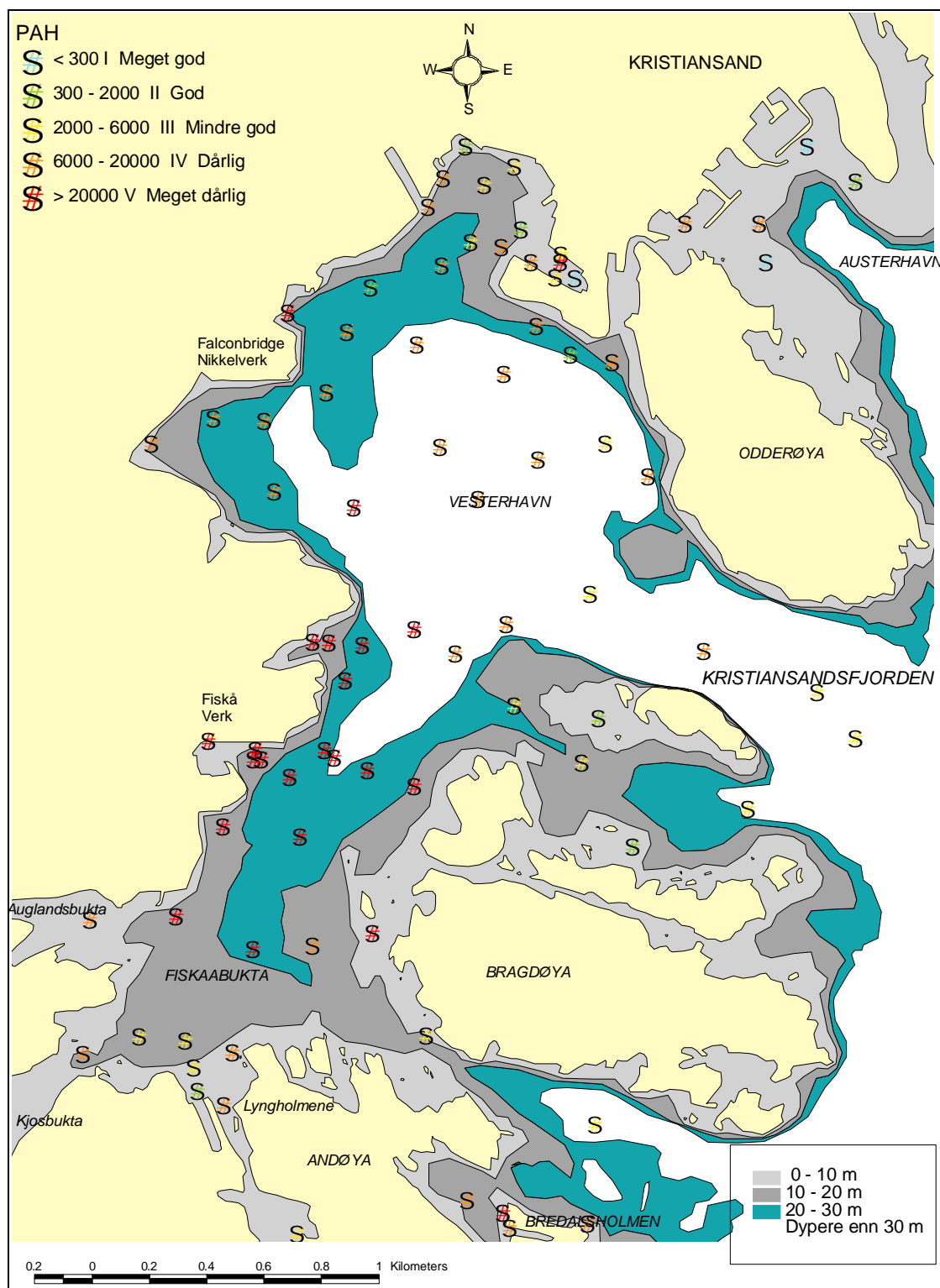
### 3.5 Innhold av PAH i overflatelaget

En oppsummering av resultatene fra analysene av PAH er gitt i **Tabell 8**.

**Tabell 8.** Innhold av PAH ( $\mu\text{g/g}$ ) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Vesterhavn/Fiskåbukta i 2000 (Næs 2001) og 2001 (denne undersøkelsen).

Antall	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt	Tilstand basert på gj. snitt
50	898	293487	21017	Meget sterkt forurenset

Den geografiske fordelingen er presentert i **Figur 9** og **Figur 10**.



**Figur 9.** Fordeling av PAH (ppb) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. Kartet er utarbeidet på grunnlag av kjente undersøkelser fra 1983 til pr. dato. Fordeling av konsentrasjoner målt i 2001 kan derfor avvike noe, men omfatter også færre stasjoner.

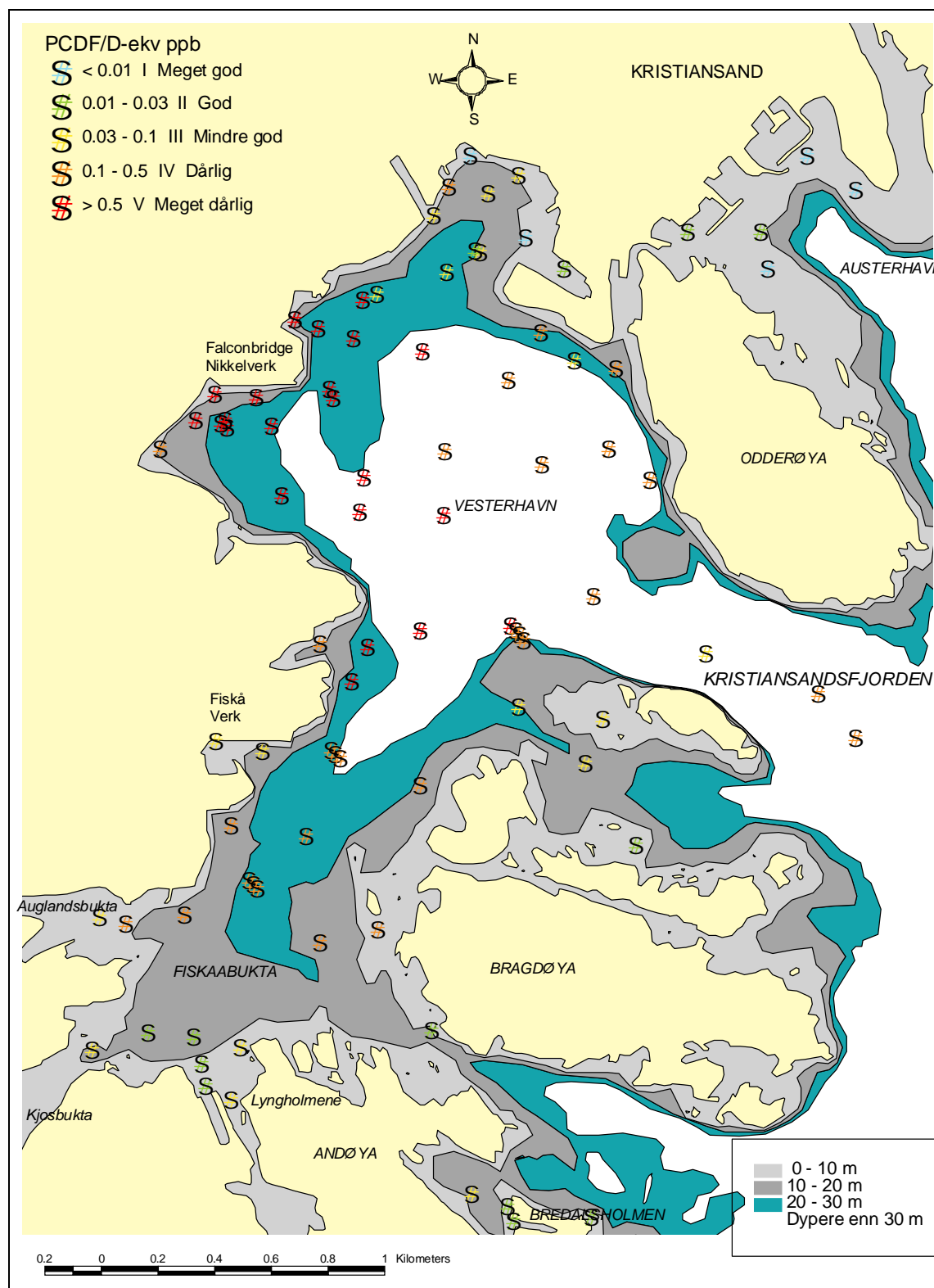
26

### 3.6 Innhold av PCDF/D (toksisitetsekvivalenter) i overflatelaget

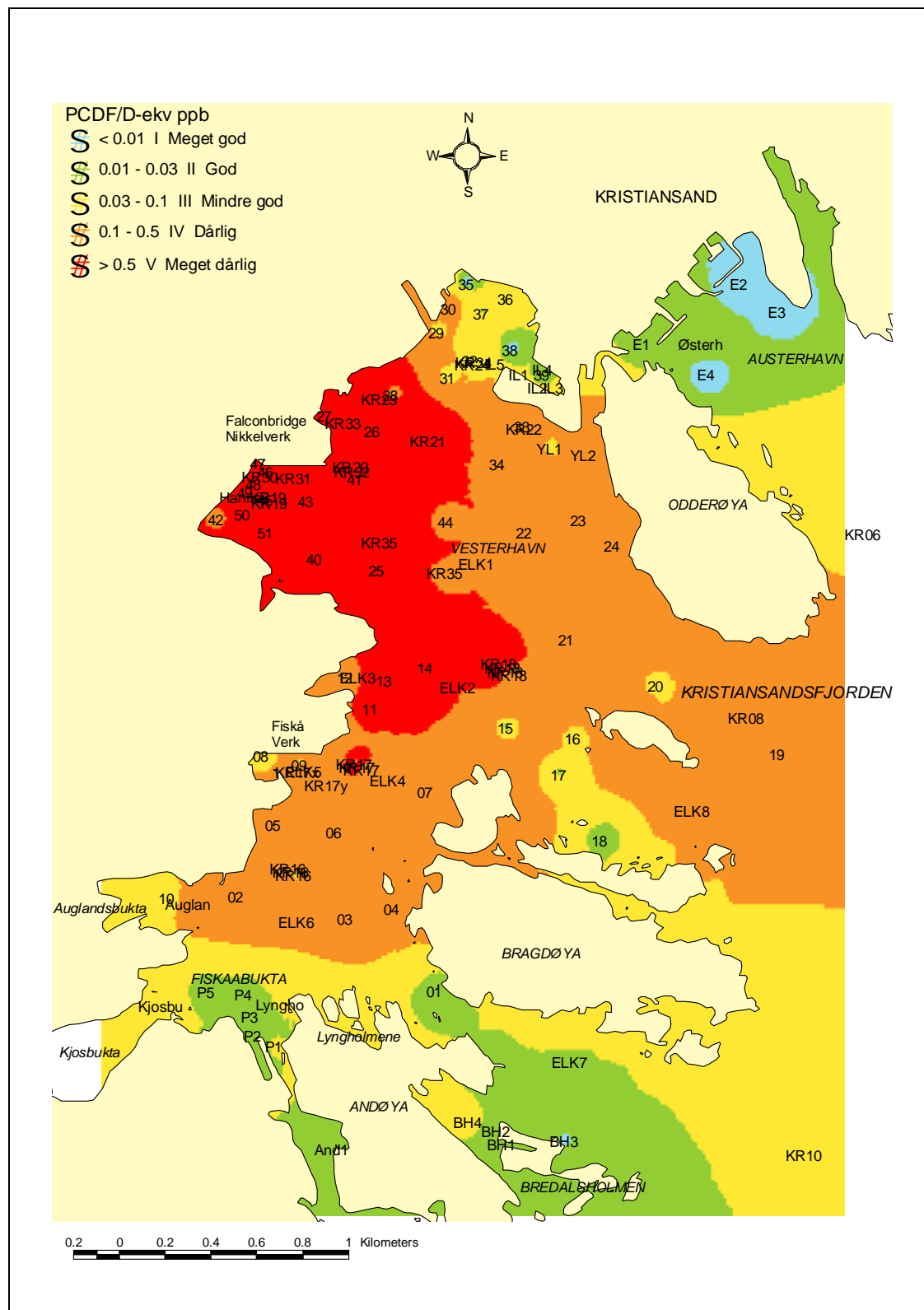
Den geografiske fordelingen av er presentert i **Figur 11** og **Figur 12**. På stasjoner hvor HCB er målt, men ikke PCDF/D, er PCDF/D estimert ut fra HCB-verdien (gjelder bl.a. alle stasjoner i 2001). Til omregningen fra HCB til TCDF/D-ekvivalenter ble det brukt en power-regresjon:

$$\text{pptTCDF/Dekv} = 12.993 * \text{ppbHCB}^{0.5767}. \quad (R^2=0,84, p=0,0004)$$

Regresjonen er basert på 21 prøver hvor både HCB og PCDF/D var analysert.



**Figur 11.** Fordeling av PCDF/D-ekvivalenter i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. På stasjoner hvor HCB er målt, men ikke PCDF/D, er PCDF/D estimert ut fra HCB-verdien (gjelder bl.a. alle stasjoner i 2001).



**Figur 12.** Kart med isolinjer over PCDF/D i overflatesedimentene (0-2 cm) i Kristiansandsfjorden basert på SFTs klassifisering av miljøtilstand. På stasjoner hvor HCB er målt, men ikke PCDF/D, er PCDF/D estimert ut fra HCB-verdien (gjelder bl.a. alle stasjoner i 2001).

### 3.7 Tykkelse av "forurenset" lag

Utseende på sedimentet gir en viss mulighet til grovt å bedømme tykkelsen av det forurensete eller påvirkede sedimentlaget i Kristiansandsfjorden. Særlig er det mulig dersom prøvene kan tas med en kjerneprøvetaker og det er et klart skille i sedimenttypen i kjernen. Imidlertid, der hvor sedimentets beskaffenhet er slik at grabb må brukes, kan dette være vanskeligere. Eksempler på hvorledes sedimentet ser ut i forskjellige deler av Kristiansandsfjorden er vist i **Figur 13-Figur 16**.



**Figur 13.** Sedimentkjerne fra Fiskåbukta





**Figur 14.** Sedimentkjerne fra området utenfor Falconbridge Nikkelverk as



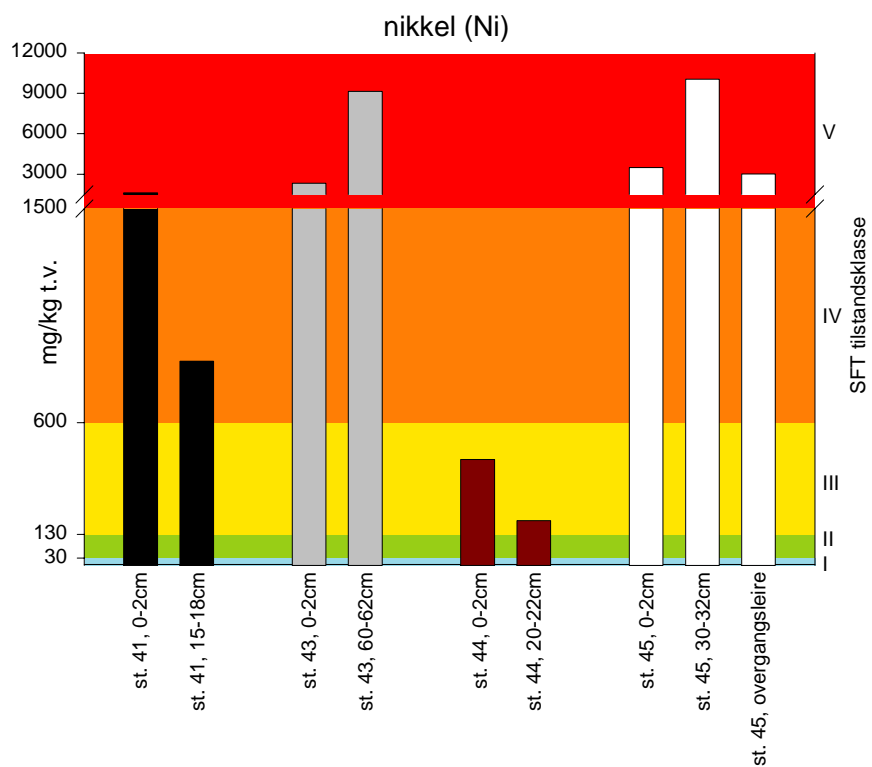


**Figur 15.** Sedimentkjerne fra sentrale deler av Hannevikbukta

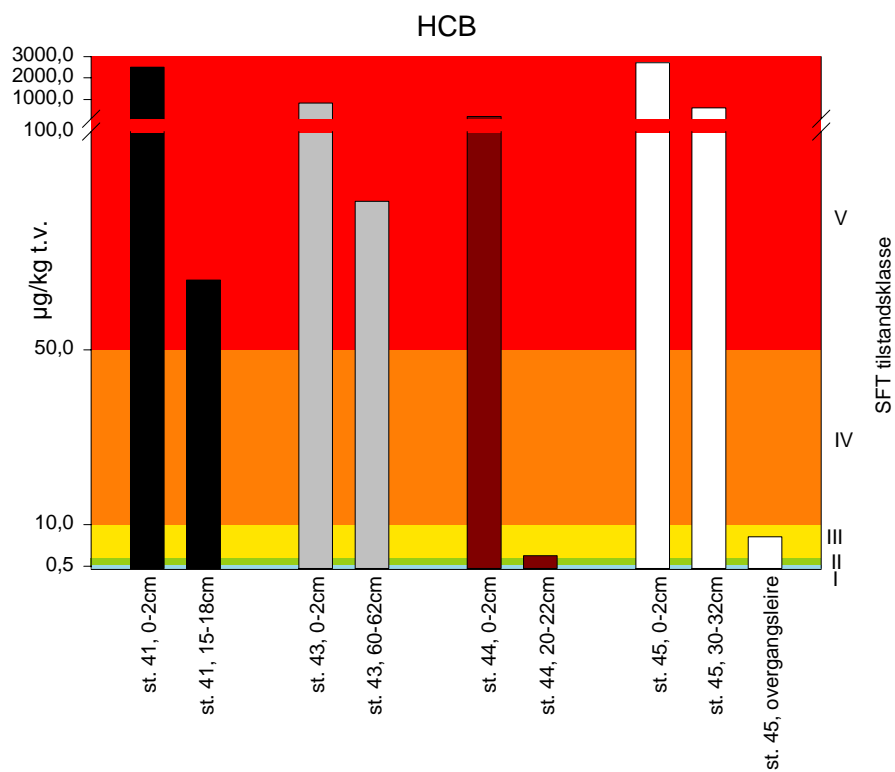


**Figur 16.** Bilde av naturlig utseende sediment slik det finnes utenfor Vesterhavn/Fiskåbukta-området.

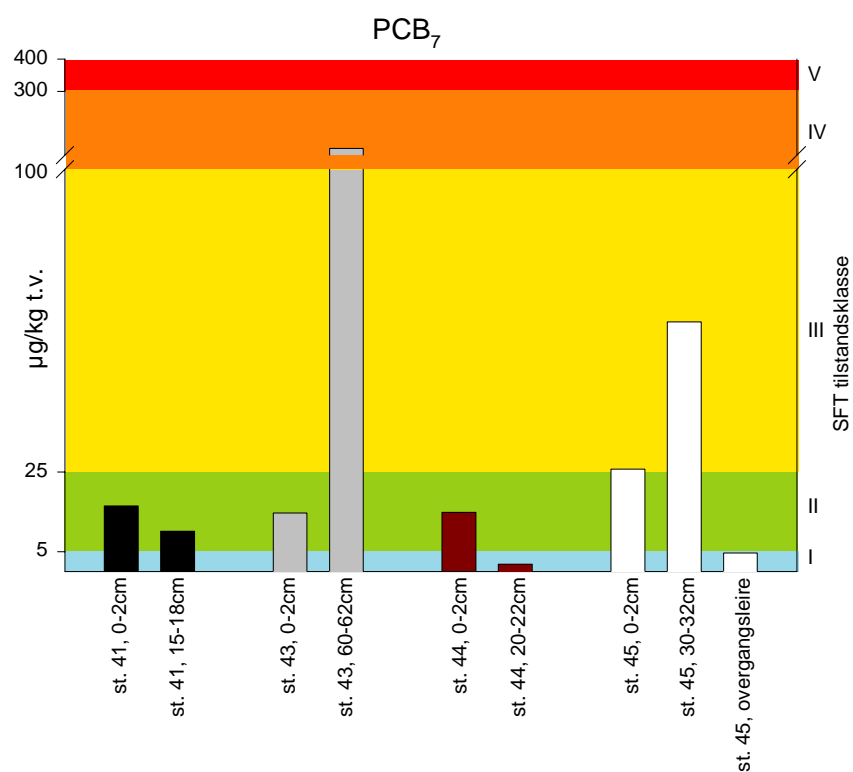
For å støtte den visuelle bedømmelsen av tykkelsen på det forurensede laget, ble snitt dypere ned i sedimentsøylen fra utvalgte stasjoner (stasjonene 41, 43, 44, 45) analysert. Den vertikale konsentrasjonsfordelingen er vist for Ni i **Figur 17**, for HCB i **Figur 18**, for PCB<sub>7</sub> i **Figur 19** og for PAH i **Figur 20**.



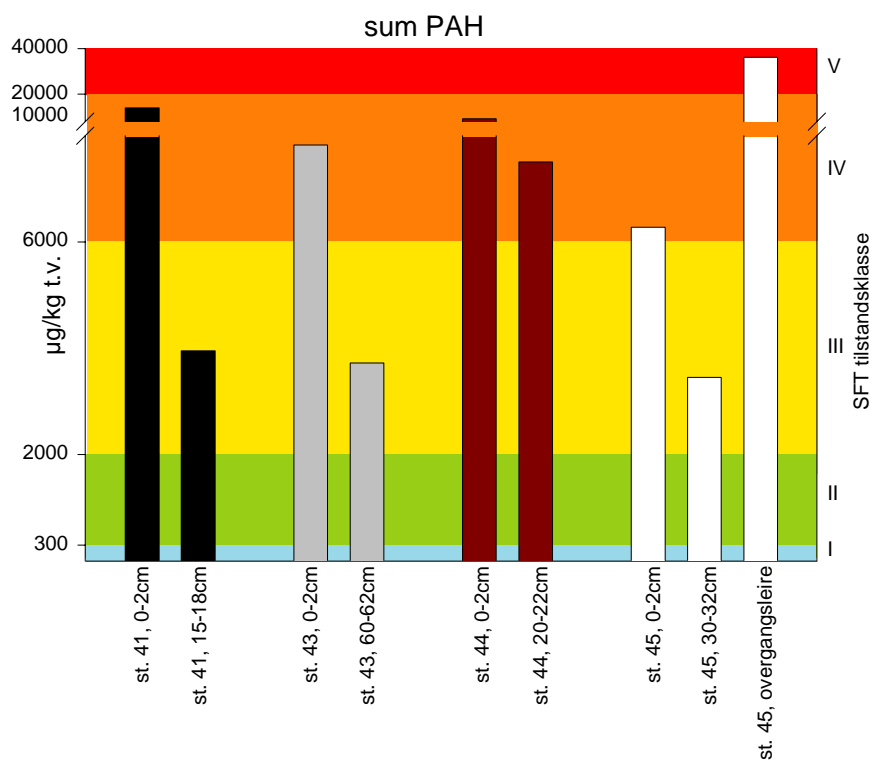
**Figur 17.** Vertikal fordeling av nikkel på utvalgte stasjoner i Kristiansandsfjorden.



**Figur 18.** Vertikal fordeling av HCB på utvalgte stasjoner i Kristiansandsfjorden.

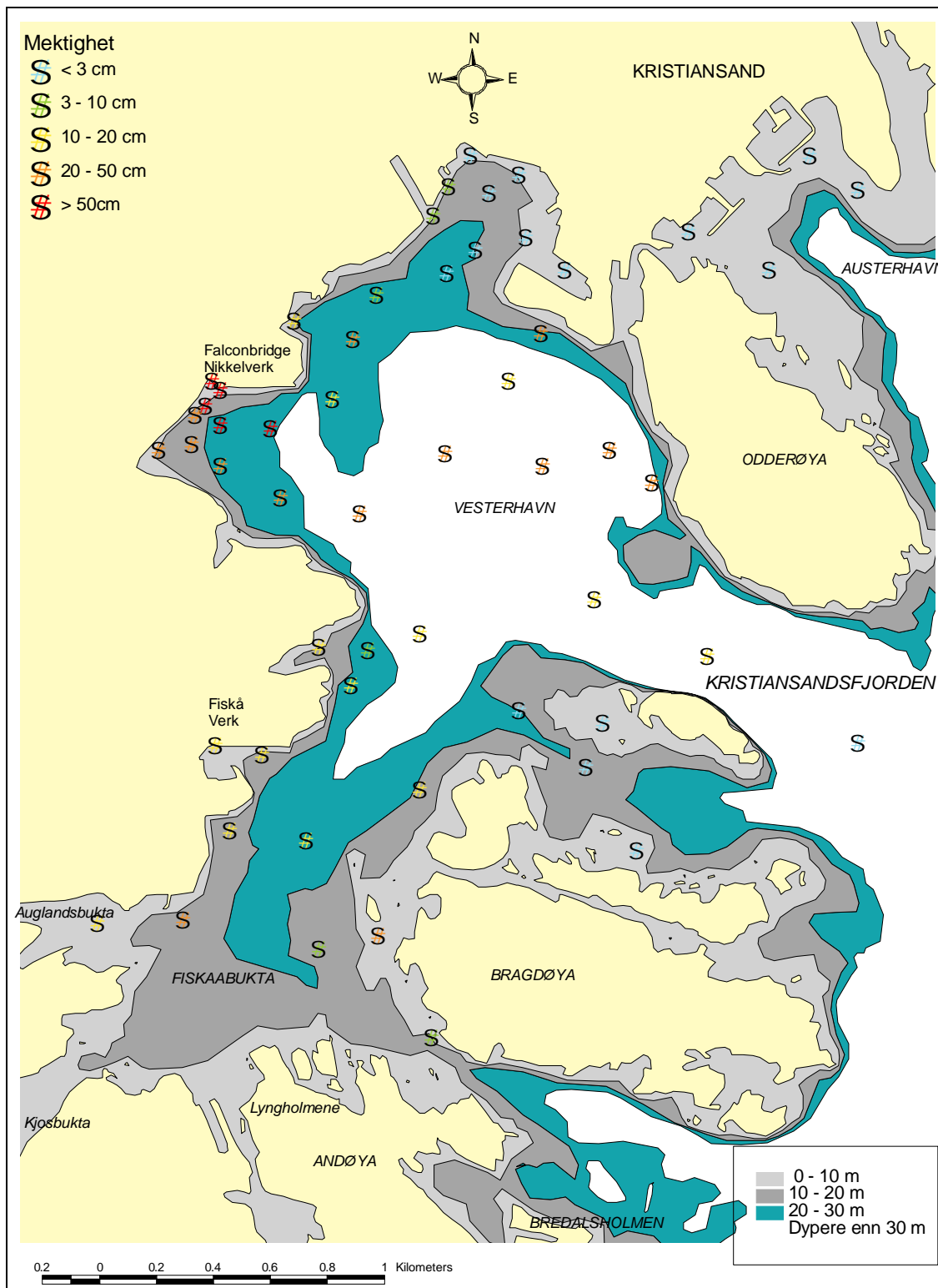


**Figur 19.** Vertikal fordeling av PCB<sub>7</sub> på utvalgte stasjoner i Kristiansandsfjorden.

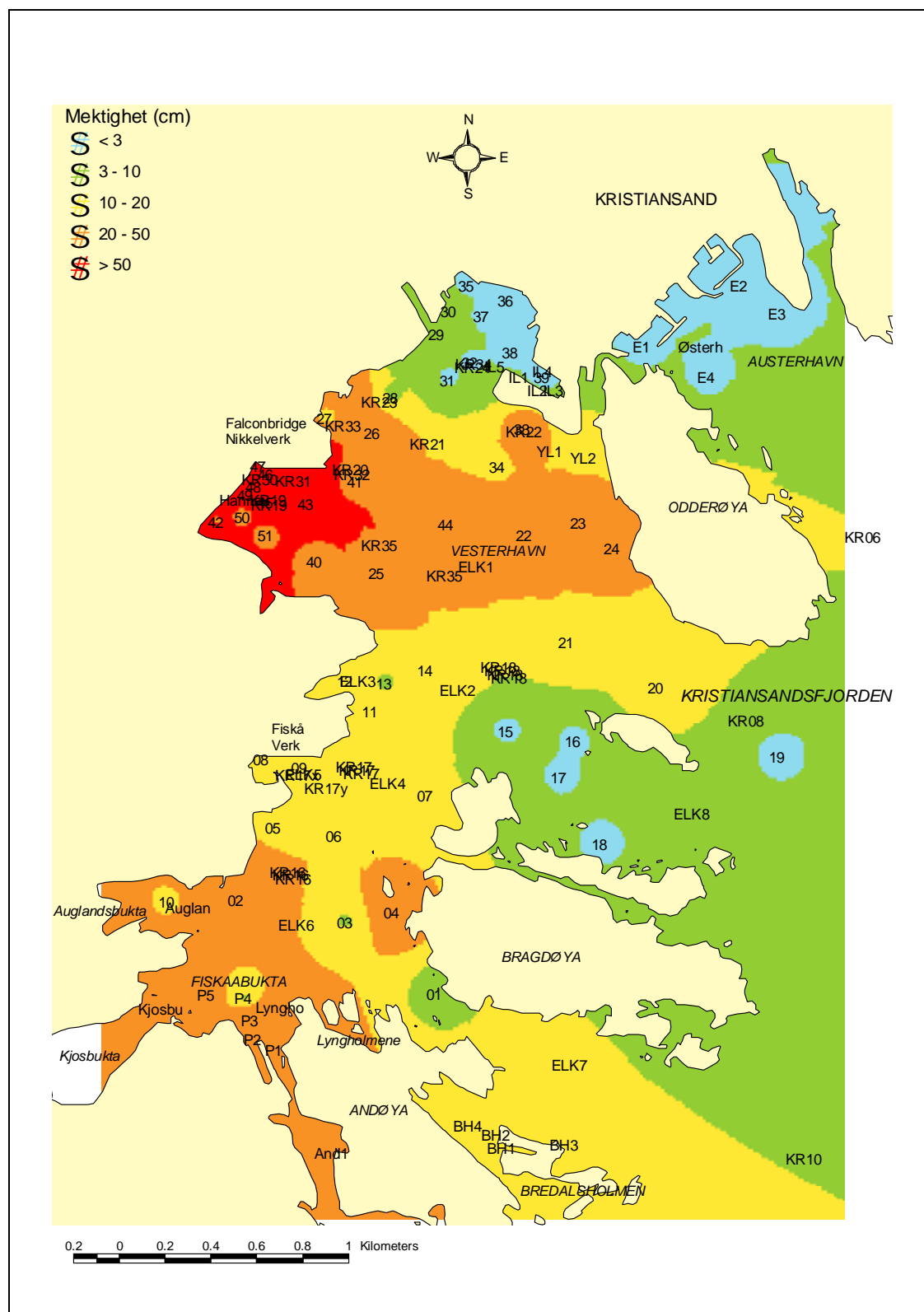


**Figur 20.** Vertikal fordeling av PAH på utvalgte stasjoner i Kristiansandsfjorden.

Basert på informasjonen om sedimentets utseende støttet av det kjemiske analysene, er tykkelsen på det forurensede laget bedømt, **Figur 21** og **Figur 22**.



**Figur 21.** Tykkelse av "forurensed" sedimentlag i Kristiansandsfjorden ut fra visuelle betraktninger gjort i mars 2001.



**Figur 22.** Kart med isolinjer som viser tykkelse av "forurenset" sedimentlag i Kristiansandsfjorden ut fra visuelle betraktninger gjort i mars 2001.

## 4. Referanser

Rapporter referert til eller som inngår i kartfremstillingen.

Bakke T., K. Næs, F. Moy, B. Rygg, J. Håvardstun og L. Tveiten, 2000. Kartlegging av sjøsedimentene ved Marvika marinebase. NIVA Rapport l.nr 4260 50 s. + Vedlegg.

Høgskolen i Agder, vannlaboratoriet, 1996. Analyseresultater. 5.8.1996.

Høgskolen i Agder, 2000. Analyseresultater. 29.03.2000.

Knutzen, J., K. Martinsen og M. Oehme, 1988. Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1986-1987. NIVA Rapport l.nr 2114, 110 s.

Knutzen, J., K. Martinsen, K. Næs, E. Oug og M. Oehme, 1991. Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden 1988 og 1990. NIVA Rapport l.nr 2554, 183 s.

Knutzen, J., K. Næs, L. Berglind, E.M. Brevik, N. Følsvik, Aa. Biseth og M. Schlabach, 1998. Overvåking av miljøgifter i sedimenter og organismer fra Kristiansandsfjorden 1996. (Monitoring of micropollutants in sediments and organisms from the Kristiansandsfjord 1996). NIVA Rapport l.nr 3833, 181 s.

MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter, 2000. Ytre Lagmannsholmen, Kristiansand havn. Rapport. Analyse av sedimentprøver.

Miljøteknik Bo Carlson ab & Sørlandskonsult as, 1997. Kristiansand kommune, Kongsgårdbukta. Miljøtekniske undersøkelser ved nedlagt avfallsplass. Trinn 2. Kompletterende kartlegging og prinsipper for tiltak og utbygging i en fjord.

Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT veiledning 97:03.

NOTEBY, 1998. Mudring ved Indre Lagmannsholmen, Kristiansand havn. Undersøkelser av sedimenter i planlagte mudringsområder. 11.05.1998.

Næs, K., 1985. Basisundersøkelse i Kristiansandsfjorden. Delrapport II. Metaller i vannmassene, metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, 1983. NIVA Rapport l.nr 1754, 62 s.

Næs K., 2000. Kartlegging av forurensning ved Bredalsholmen. NIVA Notat O-99220. 16 s.

Næs, K., 2001. Sedimentundersøkelse i sjøområdet ved Maritime Promeco AS, Kristiansand. NIVA Notat O-20247, 18. januar 2001.

## 5. Rådata

### 5.1 Tørrstoff, kornfordeling, TOC, PCB og HCB

Stasjon, dyp	TTS/%	KORN<63 µm	TOC	Ni	CB28	CB52	CB101	CB118	CB153	CB138	CB180	Sum PCB7	HCB
	%	% t.v.	µg/mg TS	µg/g	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.
St. 1 A+B 0-2 cm	59,2	16	7,6	48,2	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,42	<0,30	0,42	2,7
St. 2 A+B 0-2 cm	17,8	81	80,7	500	<1,0	<1,0	1,5	2,5	3,5	4,4	1,4	13,3	140
St. 3 A+B 0-2 cm	31	70	44,3	524	<1,0	1,4	2,4	4,2	3,5	4,8	1,4	17,7	43
St. 4 A+B 0-2 cm	17,4	58	119	863	<2,0	<2,0	2,5	5,2	7,6	9	2,4	26,7	46
St. 5 A+B 0-2 cm	17,9	77	113	464	2,7	2,3	8	6,1	31	21	33	104,1	48
St. 6 A+B 0-2 cm	24,8	73	57,2	592	<1,5	<1,5	1,6	3,4	3,7	6,5	2,4	17,6	150
St. 7 A+B 0-2 cm	30,6	59	57,2	833	<1,5	<1,5	1,5	3,7	3,5	5,5	2,1	16,3	130
St. 8 A+B 0-2 cm	38,4	21	71,2	71,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0	5,5
St. 9 A+B 0-2 cm	48,6	58	74,7	255	0,62	0,98	2,5	2,7	6	5	4,9	22,7	33
St. 10 A+B 0-2 cm	13,6	48	110	313	<2,0	2,8	3,7	3,9	4,2	4,9	2,4	21,9	12
St. 11 A+B 0-2 cm	27,3	35	74,9	1488	i	<1,5	2,8	4,8	8,2	16	14	45,8	650
St. 12 A+B 0-2 cm	31,2	39	109	1814	<2,0	<2,0	3,7	6,7	17	19	28	74,4	320
St. 13 A+B 0-2 cm	31	29	72,2	2134	i	<1,5	4,1	6,1	9,5	23	5,2	47,9	s1400
St. 14 A+B 0-2 cm	34,6	50	41,9	1100	<2,0	<2,0	2,3	4,4	5,3	11	3,4	26,4	750
St. 15 A+B 0-2 cm	72	28	8,4	40	<0,50	9,3	12	12	8,7	12	2,1	56,1	4,3
St. 16 A+B 0-2 cm	69,9	7	10,4	63,9	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0	24
St. 17 A+B 0-2 cm	63,1	41	12,2	89,2	<0,50	<0,50	<0,50	<0,76	<0,50	0,64	<0,50	0,64	4,7
St. 18 A+B 0-2 cm	56,3	20	17,9	51	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0	1,7
St. 19 A+B 0-2 cm	37,2	64	29,8	150	<0,70	<0,70	0,7	1,4	0,84	1,6	<0,70	4,54	42
St. 20 A+B 0-2 cm	48,9	43	30,5	239	<0,70	<0,70	0,92	2	1,7	2,3	0,7	7,62	28
St. 21 A+B 0-2 cm	51,4	36	18,2	280	<0,70	<0,70	1,9	1,6	4,6	4,9	3	16	43
St. 22 A+B 0-2 cm	36,6	63	34,3	576	<1,5	<1,5	1,8	3,1	3,9	5,7	2,2	16,7	100
St. 23 A+B 0-2 cm	27,2	78	29,7	269	<1,0	<1,0	<1,0	1,4	2,2	3,4	1,3	8,3	68
St. 24 A+B 0-2 cm	33,2	67	35,4	316	<1,0	1,4	5,8	4,8	12	14	5,9	43,9	40
St. 25 A+B 0-2 cm	26,5	67	45,7	1971	i	<1,0	3	4,7	6,3	13	3,8	30,8	1000
St. 26 A+B 0-2 cm	30,3	66	39,1	1462	<2,0	<2,0	3,2	4	6,4	11	3,8	28,4	630
St. 27 A+B 0-2 cm	44,9	45	39,2	6897	3,3	3,1	9,3	10	12	17	6,4	61,1	s1400
St. 28 A+B 0-2 cm	63,1	35	8,9	58,3	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,86	1,4	0,7	2,96	21
St. 29 A+B 0-2 cm	59	23	31,8	97,6	1,1	2,1	4,4	3	5,6	6,6	3,1	25,9	29
St. 30 A+B 0-2 cm	66,7	15	14	68,8	<0,50	<0,50	0,95	1,2	1,8	2,5	0,93	7,38	62
St. 31 A+B 0-2 cm	59,6	35	21	231	1,1	2,9	4,7	3,4	6,3	7,4	3,7	29,5	9,4
St. 32 A+B 0-2 cm	68,8	22	10,7	52,8	<0,50	0,5	1,1	1	1,6	2	0,68	6,88	3,3
St. 33 A+B 0-2 cm	41,1	65	30,8	251	<1,0	<1,0	2,5	3,7	4,4	5,9	1,6	18,1	71



## 5.1 forts.

Stasjon, dyp	TTS/%	KORN<63 µm	TOC	Ni	CB28	CB52	CB101	CB118	CB153	CB138	CB180	Sum PCB7	HCB
	%	% t.v.	µg/mg TS	µg/g	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.
St. 34 A+B 0-2 cm	32,4	55	38	711	<2,0	<2,0	<2,0	3	4,6	9,3	3,3	20,2	380
St. 35 A+B 0-2 cm	77,1	4	4	18,7	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,93	<0,50	0,93	0,62
St. 36 A+B 0-2 cm	68,9	21	8,3	42,1	<0,50	0,57	0,99	0,87	1,7	2,8	1	7,93	6,4
St. 37 A+B 0-2 cm	67,2	19	12,6	59,6	<0,50	0,65	1,5	1,2	2,2	2,7	1,2	9,45	5,2
St. 38 A+B 0-2 cm	70,8	58	7,1	26,8	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,7	0,97	0,6	2,27	<1,0
St. 39 A+B 0-2 cm	66,8	58	17,1	39,8	<0,50	<0,50	0,64	<0,50	0,76	1,2	0,53	3,13	1,3
St. 40 A+B 0-2 cm	28,2	60	49	2212	i	1	4,1	5,2	7	i	5,6	22,9	s2400
St. 41 A+B 0-2 cm	27,2	61	40,2	1619	i	1,1	2,5	3,4	5,5	i	4	16,5	s2500
St. 41 A+B 15-18 cm	61,7	62	13	858	<0,50	0,64	1,3	1,5	2,3	3,1	1,3	10,14	66
St. 42 A+B 0-2 cm	21,8	55	125	1054	3	2,4	5,1	5,8	7,3	i	4,1	27,7	250
St. 43 A+B 0-2 cm	18,7	57	45,4	2316	i	1,9	2,1	3,1	4,2	i	3,4	14,7	830
St. 43 A+B 60-62 cm	38,2	95	13,5	9183	9,1	7,4	11	7,8	40	27	21	123,3	84
St. 44 A+B 0-2 cm	48,8	72	26,4	444	1,4	1	1,4	2,7	2,6	4,4	1,4	14,9	200
St. 44 A+B 20-22 cm	68,8	64	31,8	188	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,61	1,3	<0,50	1,91	2,9
St. 45 A+B 0-2 cm	21,5	61	48,3	3497	i	2	5,6	6,3	7,2	i	4,6	25,7	s2700
St. 45 A+B 30-32 cm	28,2	98	23,2	10056	8,6	15	8,6	9,4	7,5	9,4	4,2	62,7	610
St. 45 A+B Overgang leire	46,9	85	22,1	3027	<0,50	<0,50	0,7	0,67	2	i	1,3	4,67	7,2
St. Ø1 A+B 0-2 cm	68,4	36	15,6	44,7	<0,50	0,53	0,64	1,2	0,92	1,2	<0,50	4,49	1,7
St. Ø2 A+B 0-2 cm	79,5	2	2,7	2,96	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0	0,18
St. Ø3 A+B 0-2 cm	76,7	1	6	3,71	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0	0,27
St. Ø4 A+B 0-2 cm	76,4	2	2,8	7,12	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0	<0,10

## 5.2 PAH

Stasjon, dyp	NAP	ACN LE	ACN E	FLE	PA	ANT	FLU	PYR	BAA	CH RTR	BBF	BKF	BAP	ICDP	DBA3 A	BGHIP	Sum PAH	Sum KPAH	Sum NPD
	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/k g t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.	µg/kg t.v.
St. 1 , 0- 2 cm	60	6,8	m	40	204	58	503	414	275	204	204	188	218	178	46	166	2576,8	717	264
St. 2 , 0- 2 cm	344	35	396	424	2485	671	5984	4994	3249	2492	2444	2228	2709	2007	505	1693	30432	8470	2829
St. 3 , 0- 2 cm	211	25	207	239	1360	398	2963	2505	1695	1337	1381	1276	1563	1248	310	1043	16485	4816	1571
St. 4 , 0- 2 cm	231	75	231	462	2355	2355	4964	4375	2744	2112	2318	2197	2619	1943	499	1735	29018	7805	2586
St. 5 , 0- 2 cm	544	74	763	805	4729	1301	1000 7	8393	5743	4552	4637	4160	5197	3880	1005	3146	54776	15825	5273
St. 6 , 0- 2 cm	545	112	489	605	2693	769	5752	4885	3386	2421	2527	2372	2936	2309	588	1898	31915	9219	3238
St. 7 , 0- 2 cm	584	77	385	380	2070	617	4188	3722	2466	1979	2031	1951	2415	1911	480	1548	24853	7272	2654
St. 8 , 0- 2 cm	7200	127	1062 0	1474 0	4660 0	1524 0	5580 0	4320 0	2774 0	1785 0	13300	12100	15700	10000	2990	7480	288587	56430	53800
St. 9 , 0- 2 cm	1560	82	1975	1995	9370	3080	1640 0	1410 0	9360	7030	6930	6570	8460	5300	1500	4345	91487	24620	10930
St. 10 , 0-2 cm	480	101	m	280	1047	307	3085	2660	1650	1524	1608	1374	1430	1130	283	1087	16672	4493	1527
St. 11 , 0-2 cm	825	169	764	920	4975	1420	9900	8110	5420	4430	4280	4050	5150	4000	1017	3270	54650	15587	5800
St. 12 , 0-2 cm	1270	302	745	1167	4255	1269	7960	6630	4370	3470	3280	3215	4030	2880	767	2454	44849	12047	5525
St. 13 , 0-2 cm	530	75	498	589	3380	940	6630	5490	3590	2916	2836	2717	3400	2590	673	2190	36327	10253	3910
St. 14 , 0-2 cm	414	144	220	367	1630	460	3670	3130	2050	1483	1500	1430	1765	1342	343	1153	19671	5500	2044
St. 15 , 0-2 cm	83	14	94	65	288	85	563	488	287	184	179	175	207	152	38	129	2856	684	371
St. 16 , 0-2 cm	34	4,1	<1	22	132	36	263	220	146	118	120	114	131	101	25	87	1439,1	403	166
St. 17 , 0-2 cm	54	11	74	37	203	56	492	412	279	206	209	199	228	169	43	154	2627	719	257
St. 18 , 0-2 cm	71	8,2	57	29	149	43	317	253	179	136	129	121	134	102	27	89	1723,2	442	220
St. 19 , 0-2 cm	138	52	m	56	343	79	787	650	420	326	366	347	371	307	70	276	4241	1168	481
St. 20 , 0-2 cm	211	124	89	252	1125	365	1853	1622	979	765	722	726	838	662	182	612	10401	2661	1336
St. 21 , 0-2 cm	73	28	m	60	365	105	768	688	441	376	390	366	420	320	83	299	4416	1264	438
St. 22 , 0-2 cm	296	104	m	103	518	143	1295	1178	773	599	667	621	680	593	154	554	7657	2200	814
St. 23 , 0-2 cm	141	31	m	71	371	101	995	884	593	449	481	438	491	400	100	377	5485	1584	512
St. 24 , 0-2 cm	224	116	59	100	485	131	1258	1112	725	556	586	552	625	467	121	437	7002	1938	709
St. 25 , 0-2 cm	677	89	235	404	2100	571	3955	3330	2124	1690	1492	1418	1700	1249	342	1061	21019	5415	2777
St. 26 , 0-2 cm	255	99	m	104	473	133	1226	1110	680	590	679	605	664	600	150	543	7306	2094	728
St. 27 , 0-2 cm	1140	73	223	260	1610	379	4210	3260	1883	1938	1834	1620	1770	1478	376	1312	21746	5507	2750
St. 28 , 0-2 cm	104	21	104	22	79	25	208	187	132	110	118	109	125	117	29	103	1484	403	183
St. 29 , 0-2 cm	781	114	105	467	1940	635	3195	2943	1775	1233	1100	1129	1374	922	269	769	17622	4340	2721
St. 30 , 0-2 cm	91	102	m	94	661	329	1850	2048	1149	772	700	733	870	598	173	503	9940	2790	752
St. 31 , 0-2 cm	49	78	m	109	592	171	1180	1132	720	538	510	490	571	438	128	385	6601	1857	641
St. 32 , 0-2 cm	<1	22	m	20	126	52	353	345	227	180	178	172	198	167	44	141	2053	636	126
St. 33 , 0-2 cm	<1	56	m	94	539	187	1380	1240	857	605	583	575	670	554	150	455	7370	2231	539
St. 34 , 0-2 cm	15	59	m	145	660	196	1505	1307	894	688	700	673	780	671	178	583	8381	2523	675
St. 35 , 0-2 cm	<1	4,1	m	23	152	42	262	263	159	122	107	108	117	89	27	73	1440,1	392	152
St. 36 , 0-2 cm	9	37	m	46	264	112	692	652	410	325	293	296	352	272	74	226	3764	1108	273

## 5.2 forts.

Stasjon, dyp	NAP	ACN LE	ACN E	FLE	PA	ANT	FLU	PYR	BAA	CH RTR	BBF	BKF	BAP	ICDP	DBA3 A	BGHIP	Sum PAH	Sum KPAH	Sum NPD
	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.	µg/kg g t.v.
St. 37 , 0-2 cm	63	37	28	96	353	121	964	914	559	323	305	308	368	283	77	233	4724	1287	416
St. 38 , 0-2 cm	64	14	m	8,8	38	19	160	145	127	68	59	61	73	60	15	50	900,8	275	102
St. 39 , 0-2 cm	89	423	332	1010	4018	960	5118	4020	1948	1334	1013	1051	1287	824	234	665	23275	4293	4107
St. 40 , 0-2 cm	112	44	41	172	653	197	1790	1510	1050	698	765	684	785	730	183	605	9335	2748	765
St. 41 , 0-2 cm	i	523	193	294	916	284	2848	2420	1763	923	918	863	1045	902	230	752	14011	3940	916
St. 41 , 15-18 cm	112	32	41	70	238	89	692	713	490	263	284	274	323	285	73	246	3951	1171	350
St. 42 , 0-2 cm	288	159	148	106	423	130	1904	1822	1148	680	764	661	737	670	168	608	9755	2723	711
St. 43 , 0-2 cm	228	64	131	86	393	115	1589	1376	1095	558	577	508	549	502	125	433	7821	2271	621
St. 43 , 60-62 cm	73	12	24	96	357	98	718	540	446	320	282	254	254	234	69	199	3722	1003	430
St. 44 , 0-2 cm	157	50	157	114	626	201	1696	1691	1071	646	654	642	772	635	170	542	9182	2648	783
St. 44 , 20-22 cm	127	32	m	92	542	167	1402	1358	882	544	542	543	671	536	148	456	7499	2237	669
St. 45 , 0-2 cm	151	28	18	73	376	111	1258	1028	752	506	535	464	488	440	117	396	6277	1797	527
St. 45 , 30-32 cm	184	22	154	73	263	89	599	523	314	273	257	243	248	208	55	191	3453	825	447
St. 45 , Overgang leire	416	54	28	128	821	901	8120	1300 0	3300	2691	1378	1336	2142	1227	361	1527	36094	7030	1237
St. Ø1 , 0-2 cm	130	52	36	81	434	201	1334	1126	814	480	397	416	503	371	98	287	6344	1786	564
St. Ø2 , 0-2 cm	<1	<1	<1	<1	4,1	1,6	13	11	8,9	5,4	5,2	5,8	6,2	4,8	1,2	4,8	66,2	21,1	4,1
St. Ø3 , 0-2 cm	38	27	1,2	26	274	42	398	283	115	112	87	87	100	75	17	63	1658,2	307	312
St. Ø4 , 0-2 cm	1,2	<1	3	<1	1,7	<1	4	4,3	3	3,3	3,4	3,6	3,1	3	<1	3,2	33,2	9,1	2,9